

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-53047

(P2001-53047A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 1 L 21/304	6 4 3 6 4 4	H 0 1 L 21/304	6 4 3 Z 3 B 2 0 1 6 4 4 C 5 F 0 4 3
B 0 8 B 3/12		B 0 8 B 3/12	C
H 0 1 L 21/306		H 0 1 L 21/306	J

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-229356

(22) 出願日 平成11年8月13日 (1999.8.13)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 富田 寛

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

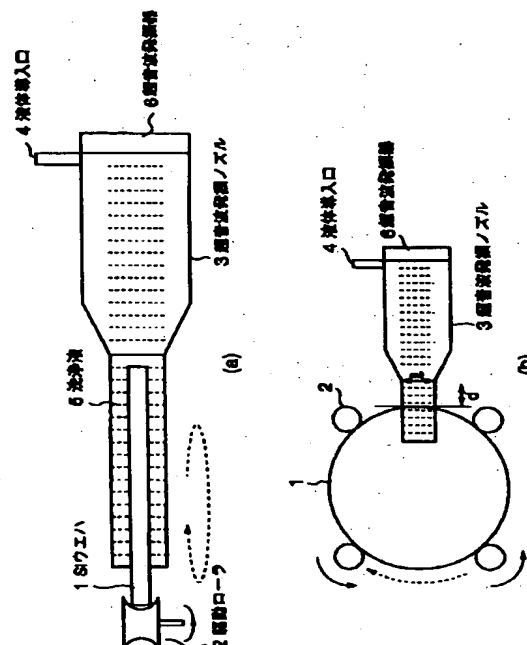
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体基板の洗浄装置及びその洗浄方法

(57) 【要約】

【課題】半導体基板表裏面に付着した汚れを効率よく除去する。

【解決手段】洗浄対象となるSiウェハ1の外周端部近傍にSiウェハ1と離間して配置されてなり、Siウェハ1の表裏両面に洗浄液5を供給する単一の超音波発振ノズルと、Siウェハ1の表裏両面に超音波を印加する超音波発振器6と、Siウェハ1の外周端部に接して4個配置され、Siウェハ1の外周端部に押しつけられて回転することによりSiウェハ1を保持しかつ回転させる駆動ローラ2から構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 洗浄対象となる半導体基板の表裏両面に洗浄液を供給する少なくとも一つの洗浄液供給ノズルと、

前記半導体基板の表裏両面に超音波を印加する少なくとも一つの超音波振動子とを具備してなることを特徴とする半導体基板の洗浄装置。

【請求項2】 前記超音波振動子は、前記半導体基板に接触配置され、該半導体基板に直接振動を付与するものであることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板の洗浄装置。

【請求項3】 前記超音波振動子は、前記半導体基板と離間して配置され、前記洗浄液又は前記超音波振動子と該半導体基板の間に配置された保護部材を介して該半導体基板に振動を付与するものであることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板の洗浄装置。

【請求項4】 前記超音波振動子及び前記洗浄液供給ノズルは単一で両者が一体的に形成されてなり、前記半導体基板の外周端部近傍に該半導体基板と離間して配置されてなることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板の洗浄装置。

【請求項5】 前記半導体基板の外周端部に接して複数個配置され、該半導体基板の外周端部に押し当てられて回転することにより該半導体基板を保持しかつ回転させる保持治具を具備してなることを特徴とする請求項4に記載の半導体基板の洗浄装置。

【請求項6】 前記保持治具は、前記超音波振動子を内蔵することを特徴とする請求項5に記載の半導体基板の洗浄装置。

【請求項7】 前記半導体基板の少なくとも表裏面近傍のいずれか一方に、該半導体基板に対して進退可能に設けられ、該半導体基板に接触して回転することにより該半導体基板の表裏面の汚れを除去するロールスポンジを具備してなることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板の洗浄装置。

【請求項8】 前記超音波振動子の振動周波数は200～700kHzであることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板の洗浄装置。

【請求項9】 洗浄対象となる半導体基板の表裏両面に同時に洗浄液を供給するとともに、該半導体基板の表裏両面に超音波を印加して洗浄を行うことを特徴とする半導体基板の洗浄方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウェット処理を用いた半導体基板の洗浄装置及びその洗浄方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置のさらなる微細化の進む現在では、寸法微細化の要求とは別に、デバイスの高信頼性化の要求が高まってきている。特に、基板表面の清浄化

への要求はますます厳しいものになっており、半導体製造プロセスの様々な工程で半導体基板の洗浄が行われている。

【0003】ここで、現在CMPに用いられている洗浄技術を例にとって説明する。

【0004】CMPでは、スラリーとして用いられる Al_2O_3 、 SiO_2 、 CeO_2 等が研磨後のウェハ表面に付着する。付着するパーティクルの数は、200mm径のSiウェハの場合、0.2 μm 径のパーティクルが4～4 $\times 10^4$ 個程度である。このウェハ表面に対して以下に示す第1次及び第2次の洗浄を施す。

【0005】まず第1次の洗浄工程は、まず、Siウェハの周縁部の複数点をスピンベースと呼ばれる回転体で保持するとともに、スピンベースを回転させる。このスピンベースの回転により回転するウェハにロールスポンジを当て、スキャンさせてロールスポンジ棒で挟むようにパーティクルや金属不純物等の汚れを除去する。この方法では、Siウェハ上に吸着している汚れを物理的な接触式の洗浄により除去するタイプであり、スポンジをパーティクル等に接触させることができる場合には除去効果が高く、特に、例えばベアSiウェハ等に対して高い洗浄能力を持つ。しかし、表裏面に凹部が形成されている場合、凹部にまでスポンジを接触させることができないため、洗浄効果がほとんどない。

【0006】第2の洗浄工程を図21を用いて説明する。図21はスキャン方式の枚葉型洗浄装置の概念図である。Siウェハ1はその外周端面でスピンベースに設けられた図示しないスピンチャックにより保持されており、このスピンベースが回転することによりSiウェハ1は矢印の方向に回転する。また、このSiウェハ1表面上に所定の距離をおいてメガソニックノズル31が設けられている。このメガソニックノズル31はペン状のノズル先端部を有し、このノズル31がSiウェハ1の直径方向にスキャンされる。このノズル31の先端部から洗浄液33をウェハ1に照射し、ウェハ1表面に残存するパーティクルや金属不純物等の汚れを除去する。なお、この第2次の洗浄工程における洗浄液33照射の際には、洗浄液33をノズル内蔵のメガソニック振動子により超音波振動を付与し、振動が洗浄液33を介してウェハ1表面に伝播するようにする。このように、超音波振動をウェハ1に与えることにより、振動の加速度によって酸やアルカリ等による化学洗浄との相乗効果で洗浄効果を著しく高めることができる。

【0007】しかしながら、この図21に示す枚葉型洗浄装置では、洗浄時間がスキャン時間を含めて長時間に及ぶことが問題となる。そこで、この洗浄時間を短縮するために考案された棒状タイプの発振器を有する洗浄装置の概念図を図22に示す。図22に示すように、図21と同じくSiウェハ1はその外周端面でスピンベースに設けられた図示しないスピンチャックにより保持され

ており、このスピンチャックが回転することによりSiウェハ1は矢印の方向に回転する。そして、このSiウェハ1の表面から所定の距離をおいて棒状発振器41がウェハ直径位置に配置される。この棒状発振器41の一端から他端まで、同時に洗浄液33がSiウェハ1に向けて照射される。これにより、スキャン方式の洗浄装置に比較して洗浄時間を短縮することができる。

【0008】しかしながら、図21及び図22に示した枚葉型洗浄装置では、超音波発振器に対向する面しか高い洗浄効果が得られず、裏面側の洗浄効果が表側に比較して劣る問題がある。そこで、ウェハを反転させて再度裏面側を洗浄する方法も考えられるが、洗浄時間が倍必要となり、スループットが悪くなる問題がある。

【0009】また、枚葉型で洗浄液中にウェハを全部浸し、洗浄液中で超音波を印加する方法も提案されているが、これは薬液使用量が増す問題と洗浄液を浸すチャンバ(カップ)自身に逆付着し、繰り返し洗浄の際のパーティクルや金属不純物等の汚れの除去効果がばらつく原因となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の枚葉型半導体基板の洗浄装置では、超音波発振器に対向するウェハ面しか高い洗浄効果が得られず、裏面側の洗浄効果が表側に比較して劣る問題がある。

【0011】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、半導体基板表裏面に付着した汚れを効率よく除去できる半導体基板の洗浄装置及びその洗浄方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体基板の洗浄装置は、洗浄対象となる半導体基板の表裏両面に洗浄液を供給する洗浄液供給ノズルと、前記半導体基板の表裏両面に超音波を印加する超音波振動子とを具備してなることを特徴とする。

【0013】望ましくは、超音波振動子は、前記半導体基板に接触配置され、該半導体基板に直接振動を付与するものであるか、あるいは半導体基板に離間して配置され、該半導体基板に前記洗浄液又は前記超音波振動子と該半導体基板の間に配置された保護部材を介して振動を付与するものである。

【0014】また、望ましくはこの洗浄装置には、半導体基板の外周端部に接して複数個配置され、該半導体基板の外周端部に押しつけられて回転することにより該半導体基板を保持しかつ回転させる保持治具が設けられてなり、さらに望ましくは、この保持治具は超音波振動子を内蔵する。

【0015】また、望ましくはこの洗浄装置には、半導体基板の表裏両面に設けられ、該半導体基板に接触して回転することにより該半導体基板の表裏両面の汚れを除去するロールスポンジが設けられてなり、望ましくは、

超音波振動子の振動周波数は200~700kHzである。さらに最適な超音波の振動周波数は、400~500kHzである。

【0016】なお、超音波振動子及び洗浄液供給ノズルは単一でも複数でもよいが、単一の振動子及びノズルを用い、両者が一体的に形成されているのが好ましい。この場合、ノズル先端部からの洗浄液及び超音波振動の照射角度は、半導体基板表面に対して $\pm 10 \sim 20^\circ$ であるのが好ましい。超音波振動子を複数設けた場合は、半導体基板の表面に対して対称に配置され、半導体基板に対して同じ特性を有する超音波振動を同じ角度で表裏対称に付与する。

【0017】また、洗浄液としてはpHが7以上であるのが望ましい。

【0018】また、本発明に係る半導体基板の洗浄方法は、洗浄対象となる半導体基板の表裏両面に同時に洗浄液を供給するとともに、該半導体基板の表裏両面に超音波を印加して洗浄を行うことを特徴とする。

【0019】(作用)本発明では、洗浄液供給ノズルから超音波振動を有する洗浄液が半導体基板の表面及び裏面の両面に供給されるため、半導体基板の表裏面を同時に洗浄できるため、洗浄時間を短縮することができる。また、ノズルから洗浄液を供給するため、半導体基板を洗浄液中に全部浸す浸漬式に比較しても薬液使用量が少なくてすむ。

【0020】また、洗浄液に超音波振動を付与する超音波振動子を保持治具に設けることにより、超音波振動を半導体基板の表裏面に同時に付与することができる。

【0021】また、保持治具に設けた超音波振動子を半導体基板に直接接する構造とすることにより、洗浄液を振動媒体とせずに超音波振動を直接半導体基板に付与することができる。これにより、半導体基板中を通過する衝撃波により、半導体基板の直径方向に連続的に超音波振動を付与することができる。

【0022】また、超音波振動子及び洗浄液供給ノズルが単一であり両者が一体的に形成されている場合には、ノズル先端部から半導体基板側部に向けて超音波振動を付与することができるため、表裏両面同時に洗浄可能となり、かつ装置コストを抑えることができる。

【0023】また、上記洗浄装置にロールスポンジを設けて洗浄を行うことにより、従来必要とされていた2段階の洗浄が1度の洗浄で可能となり、洗浄時間を短縮することができるとともに、洗浄効果が飛躍的に向上する。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

【0025】(第1実施形態)図1は本発明の第1実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を示す図であり、(a)は側面図、(b)は上面図である。本実施

形態は、超音波等の物理的な振動エネルギーをウェハの両面に与え、パーティクル等の汚れをウェハ上から効果的に排出させることができる装置を提案するものである。

【0026】図1(a)に示すように、洗浄対象である円板状のSiウェハ1の外周端面には、駆動ローラ2が当接配置されている。同図では単一の駆動ローラ2のみ図示するが、図1(b)の上面図に示すように、駆動ローラ2はSiウェハ1を保持するため、Siウェハ1の外周に沿って所定の位置に4個設けられている。これら駆動ローラ2によりSiウェハ1の水平方向の位置が規定される。

【0027】また、これら駆動ローラ2はSiウェハ1表面の法線方向に軸方向が規定された回転軸を有し、この回転軸を中心に回転可能である。複数の駆動ローラ2がそれぞれ同じ回転数で回転することにより、Siウェハ1の中心を回転中心に一致させて回転させることができる。Siウェハ1の回転速度は数10rpm〜数100rpmで回転する。また、駆動ローラ2の回転軸は、Siウェハ1の中心を回転中心として外周に沿って移動することができる。

【0028】Siウェハ1の周縁部近傍には、Siウェハ1の外周端面から距離dだけ離間して超音波発振ノズル3が設置される。超音波は直進性が強いので、超音波の伝搬条件に基づいて距離dは制限されないが、Siウェハ1の表裏両面に超音波が印加された液体として後述する洗浄液5を供給するために、距離dは10〜20mm以下が好ましい。但し、この距離dは水圧にも依存するためこの範囲に限定されることはない。

【0029】また、超音波発振ノズル3の先端部はSiウェハ1に向けられており、ノズル幅(ノズル先端径)は1である。このノズル幅1は最低でも1mm以上が必要であり、5mm〜50mmの直径であることが望ましい。

【0030】この超音波発振ノズル3には液体導入口4が設けられており、この液体導入口4から洗浄液5が導入される。この洗浄液5は、超音波発振ノズル3の先端部からSiウェハ1に向けて照射され、これによりSiウェハ1の表裏両面に供給される。図の点線は、超音波の波面の進行を示しており、以下、本実施形態において同様である。また、超音波発振ノズル3には超音波発振器6が設けられており、超音波振動機構と洗浄液供給機構が一体的に形成されている。この超音波発振器6により超音波を発振することにより、超音波が洗浄液5を伝搬してSiウェハ1の表裏両面に超音波振動を付与することができる。

【0031】液体導入口4から供給される液体としては純水、化学洗浄薬品としては塩酸、アンモニア、フッ酸、過酸化水素水、オゾン水、電解イオン水(酸性水、アルカリ性水)等の酸若しくはアルカリ水溶液、酸化力

もしくは還元性を有する薬液、又はアニオン系、アニオン系若しくはノニオン系の界面活性剤等を用いる。特に望ましくは、pHが7以上のアルカリ性水溶液又はアニオン系の界面活性剤である。

【0032】また、供給される洗浄液5の流量は、超音波発振ノズル3のノズル幅1に依存するが、数100cc/min〜数リットル/minであることが望ましい。

【0033】上記洗浄装置を用いた半導体基板の洗浄方法を説明する。

【0034】まず、図1に示した第2次の洗浄工程の前に、第1次の洗浄工程として図2に示すようなロールスポンジ洗浄が行われる。このロールスポンジ洗浄では、図示しない薬液供給ノズルからpH10程度のアンモニア水等からなる洗浄液をSiウェハ1の表裏面に供給するとともに、Siウェハ1の表裏面に進退可能に設けられた円筒状のロールスポンジ7a及び7bをウェハ1表裏面に押し当て、さらに駆動ローラ2を回転させる。これにより、Siウェハ1を回転させた状態で、ロールスポンジ7a及び7bを回転させてウェハ1表裏面に付着したパーティクルや金属不純物等の汚れを除去する。

【0035】次に、第2の洗浄工程として、図1に示した装置を用いた超音波洗浄を以下に示す手法により行う。

【0036】まず、図2に示すロールスポンジ洗浄の場合と同様に、駆動ローラ2を回転させることによりSiウェハ1を回転させる。そして、超音波発振ノズル3をSiウェハ1の外周端面から所定の距離dだけ離間して設置し、照射角度をSiウェハ1表面に対して0°になるようにノズル先端部を調節する。そして、液体導入口4から洗浄液5を超音波発振ノズル3を介してSiウェハ1に供給する。供給された洗浄液5によりSiウェハ1の表裏両面ともに浸される。

【0037】そして、超音波発振器6から超音波振動を付与する。発振された超音波は超音波発振ノズル3及び洗浄液5を介してSiウェハ1中を伝搬する。この際、Siウェハ1の表裏両面がともに洗浄液5に浸された状態であるため、表裏両面を流れる洗浄液5中を超音波が伝搬し、結果としてSiウェハ1の表裏両面に超音波振動が付与される。超音波は直進性が強いのでSiウェハ1表裏面が濡れている範囲には超音波が印加されている。このように超音波振動がSiウェハ1表裏面に付与されることにより、Siウェハ1に付着したパーティクルや金属不純物等の汚れを表裏両面同時に除去される。また、Siウェハ1を回転させながら超音波洗浄を行うため、Siウェハ1の表裏全面が超音波洗浄される。

【0038】このように本実施形態によれば、ロールスポンジ洗浄の後に超音波洗浄を行う際に、洗浄対象とするSiウェハ1の外周端面に設置した超音波発振ノズル3から表裏両面に同時に洗浄液5を供給し、またノズル

3から超音波を発振させることにより、洗浄液5を介してSiウェハ1の表裏両面に同時に超音波振動が付与されるため、Siウェハ1の表裏両面を同時に洗浄することができ、洗浄時間が短縮される。また、単一の超音波発振器6のみで構成されるため、装置コストの低減が図れる。

【0039】図3は上記洗浄方法により洗浄評価を行った実験データを示す図であり、この実験では、洗浄対象として、パターンが形成されているため、表面に比較的段差の大きい凹凸が形成されたSiウェハ表面にSiN膜が2200Å成膜されたものを用いた。(a)、

(b)はSiウェハ1表面、(c)、(d)はSiウェハ1裏面についての金属不純物等の汚れの分布をパーティクルカウンタ(AIT-8000)で測定した図であり、(a)及び(c)は Al_2O_3 により汚染された後、(b)及び(d)は超音波洗浄後の観察図である。汚染後にウェハに付着した Al_2O_3 が超音波洗浄により、表裏両面ともに充分に除去されているのが分かる。

【0040】次に、超音波発振ノズル3のSiウェハ1に対する照射角度を変えた形態について説明する。図4に示すように、Siウェハ1の表面に対して超音波発振ノズル3の先端部の位置を種々変更する。Siウェハ1の表面に対して洗浄液5及び超音波の供給される角度を θ とする。超音波発振ノズル3に対してSiウェハ1を垂直、すなわち角度 $\theta=0^\circ$ で設置した場合、Siウェハ1の表裏両面にほぼ同量の洗浄液5が供給される。超音波発振ノズル3の照射方向を下向きに変えた場合、すなわち洗浄液5をSiウェハ1の表面側から供給した場合、角度 θ は正になり、Siウェハ1の裏面側に供給される洗浄液5が減少し、洗浄効果は著しく低下する。一方、照射方向を上向きに変えた場合、すなわち洗浄液5をSiウェハ1の裏面側から供給した場合には角度 θ は負となるが、Siウェハ1の表面側に供給される洗浄液5はSiウェハ1上に残存する。

【0041】このように超音波発振ノズル3の照射角度 θ を変えた場合のパーティクル除去効果を図5に示す。横軸は洗浄液5及び超音波の照射角度 θ 、縦軸はパーティクルの除去効果を示す。

【0042】Siウェハ1の表面側及び裏面側ともに照射角度 θ が 0° 近傍では充分な除去効果が見られている。これは、照射角度 θ が 0° 近傍で洗浄液5及び超音波が表裏両面に充分に供給されるためである。また、照射角度 θ を負側にシフトさせた場合、 0° から -50° 程度まででは表裏両面ともに充分なパーティクル除去効果が見られているのに対して、 θ を正側にシフトさせた場合、照射角度 0° から 50° にかけて、表面洗浄効果が充分であるのに対して裏面洗浄効果が急激に低下する。これは、洗浄液5がSiウェハ1の斜め上方から照射された場合には、裏面側には充分に洗浄液5が供給されないためである。

【0043】また、照射角度 θ を負側にシフトすると洗浄液5がSiウェハ1全面に供給できなくなり、 $-60^\circ \sim -70^\circ$ よりさらに負側にシフトすると洗浄効果が著しく低下する。裏面側の洗浄効果に関しては、表面側にも洗浄液5は供給されるため $\pm 60^\circ$ 程度までは高い洗浄効果を有する。しかしながら、 $\pm 80^\circ \sim 90^\circ$ 近傍では反射波の影響を受けて洗浄効率が低下する。

【0044】以上より、Siウェハ1の表裏両面ともに充分なパーティクル除去効果を得るためには、照射角度 θ が $\pm 10^\circ \sim 20^\circ$ 以内、理想的には 0° に設定されることが望ましいことが分かる。

【0045】次に、超音波の周波数を変えて洗浄評価を行った場合のSiウェハ1の顕微鏡写真を図6及び図7に示す。図6(a)～(c)は200kHz、図6(d)～(f)は400kHz、図7(g)～(i)は500kHz、図7(j)～(l)は700kHzの周波数で超音波を印加した顕微鏡写真である。200kHzの場合、30秒間の洗浄を行っても、パーティクルはあまり除去されていない。但し、ウェハ中心から直径80mm程度の範囲内においては、パーティクルは充分に除去されている。400kHzでは、10秒間洗浄を行っただけでウェハ全体に洗浄効果があり、さらに30秒間洗浄を行うとかなりパーティクルは除去されている。500kHzでは、400kHzの場合と同様にウェハ全体に洗浄効果がある。30秒間の洗浄で、さらにパーティクルは除去されており、400kHzよりも洗浄能力が高い。700kHzでは、30秒間の洗浄を行ってもウェハ中心から直径80mm範囲内程度しか洗浄されていない。しかし、洗浄されている直径80mm範囲内ではパーティクルは充分に除去されており、200kHzの場合よりは洗浄効果は若干高い。

【0046】このようなパーティクル洗浄効果の超音波周波数依存性を図8に示す。洗浄対象はベアウェハ、ウェハの回転数を100rpm、アーム揺動回数は3回、アーム揺動速度は5mm/sec、ノズル角度は 45° 、洗浄液の流量は200～700kHzでは5.0リットル/min、1～1.5MHzでは1.2リットル/minとして測定を行った。図6及び図7の顕微鏡写真と同様に、400kHzから500kHzにかけて洗浄効果のピークがあり、ピークを境に徐々に洗浄効果が下がっている。

【0047】さらに、パーティクルの洗浄効果は洗浄対象によっても変わってくる。図8はベアウェハを洗浄対象とした場合を示すが、凹パターンが形成された洗浄対象を洗浄する場合にはその効果が異なる。図9は、凹パターンが形成されているため、表面に比較的段差の大きい凹凸が形成されたSiウェハ表面にSiN膜が2200Å成膜されたものを洗浄対象としたパーティクル除去率の超音波周波数依存性を示す図である。ベアウェハと同様に、400kHzから500kHzにかけて洗浄効果

のピークがあるが、ピークにおける周波数から離れるにつれて、急激に洗浄効果が落ちていることが分かる。従来、凹パターンが形成されたウェハの凹部からパーティクルを排出させ、ウェハ上から効果的にパーティクルを除去するには、1 MHz程度の周波数の超音波を用いるのが適当であると考えられていたが、本実験結果により、400 kHzから500 kHz程度が最適な周波数であることが分かった。

【0048】また、洗浄対象及び超音波周波数を種々変更して洗浄評価を行った実験結果を図10に示す。1500 kHzや2000 kHzの周波数を用いて洗浄を行った場合、フラットなベアウェハの場合には Al_2O_3 除去効果は400 kHzを含めて大差ないが、50 nmの凹部パターン又は500 nmの凹部パターンを有するウェハの場合、除去効果はかなり低下する。凹部パターンの凹凸の大きさが大きくなるほど除去効果は低下する。これに対して、400 kHzの超音波周波数を用いた場合には、凹部パターンの凹凸の大きさにかかわらず十分な洗浄能力を有している。これより、凹部パターンを有する洗浄対象の場合には、特に400 kHz程度が最適な周波数であることが分かる。

【0049】また、洗浄効果はさらに洗浄液5のpHによっても変化する。実験条件において洗浄液5のpHを変化させた場合の Al_2O_3 の除去効果を図11に示す。横軸は洗浄液5のpH、縦軸は Al_2O_3 の除去効果を示す。400 kHzと1.5 MHzの超音波周波数で、500 nmの深さの凹部を有するウェハの Al_2O_3 除去効果を示す。400 kHzの場合、pHが8以上、好ましくはpHが10以上で十分なパーティクル除去効果が得られる。これに対して1.5 MHzの場合はpHを上げても十分な除去効果が得られない。以上より、特にパーティクルの洗浄効果に有効に働くのは、pHが7以上のアルカリ性溶液あるいはアニオン系の界面活性剤である。

【0050】本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明の変形例を図12に示す。上記実施形態においては、Siウェハ1の表面の法線方向が垂直になるように設置し、横側から洗浄液5を供給する場合を示しているが、図12に示す変形例では、Siウェハ1の表面の法線方向が水平になるように設置し、Siウェハ1の上側から洗浄液5を自由落下させて洗浄液5を供給する。これ以外の構成は上記実施形態と共通する。この場合、超音波が印加された洗浄液5は自由落下するため、超音波発振ノズル3とSiウェハ1の外周端面との距離 d' は数10 mm離れていても問題ない。この場合、洗浄液5の自由落下を利用して洗浄液5を供給するため、Siウェハ1の表裏面に充分に洗浄液5を供給することができる。

【0051】(第2実施形態) 図13(a)は本発明の第2実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を

示す図であり、(a)は側面図、(b)は上面図である。本実施形態は、第1実施形態の洗浄装置にロールスポンジ洗浄機構を付加した形態を示す。第1実施形態と共通する部分には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0052】図13(a)に示すように、Siウェハ1の表裏面には、それぞれ円筒状のロールスポンジ7a及び7bが円筒側面でSiウェハ1を挟んで、かつSiウェハ1に対して進退可能に設けられている。また、駆動ローラ2の回転軸は、Siウェハ1の中心を回転中心として外周に沿って移動することができる。すなわち、駆動ローラ2によるSiウェハ1の保持位置は、駆動ローラ2をSiウェハ1の周りで移動させることにより常時変化させることができる。なお、図に示す点線は、超音波の波面の進行を示している点は第1実施形態と同様である。

【0053】本実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の動作を説明する。

【0054】まず、駆動ローラ2を回転させることによりSiウェハ1を回転させる。そして、回転するSiウェハ1の表裏面にロールスポンジ2を押し当て、ロールスポンジ2を回転させる。ロールスポンジ2を押し当てると同時に、超音波発振ノズル3をSiウェハ1の外周端面から所定の距離 d だけ離間して設置し、照射角度をSiウェハ1表面に対して 0° に設定する。そして、液体導入口4から洗浄液5を超音波発振ノズル3を介してSiウェハ1に供給する。供給された洗浄液5によりSiウェハ1の表裏両面ともに浸される。

【0055】このような状態で、超音波発振器6から超音波を発振すると、発振された超音波は超音波発振ノズル3及び洗浄液5を介してSiウェハ1中を伝播する。これにより、Siウェハ1の表裏両面に同時に超音波振動が付与される。この超音波振動により、Siウェハ1に付着したパーティクルを表裏両面同時に除去することができる。また、ロールスポンジ2をSiウェハ1に押し当て回転させることにより、さらに洗浄効果が高まる。また、ロールスポンジ2の洗浄の際には、Siウェハ1の保持治具として用いられる駆動ローラ2の回転軸を、ロールスポンジ2の洗浄動作に伴ってSiウェハ1の中心を回転中心としてその外周に沿って移動させる。

【0056】このように本実施形態によれば、超音波振動を両面同時に直接ウェハに照射できるため、ウェハ表裏面の凹部のパーティクルを効果的に除去できるという第1実施形態と同様の効果を奏するとともに、ロールスポンジ洗浄と組み合わせるためさらに洗浄効果が増す。また、ロールスポンジ洗浄を別工程として行う必要がないため、洗浄時間の短縮も図れる。

【0057】また、駆動ローラ2の回転軸を、ロールスポンジ2の洗浄動作に伴ってSiウェハ1の中心を回転中心としてその外周に沿って移動させることにより、ロ

ールスポンジ2による洗浄動作を妨げることなくSiウェハ1のエッジ部まで効果的に洗浄することができる。

【0058】すなわち、通常用いられるSiウェハ1の保持方式としては、例えばスピッチャック方式があるが、スピッチャック方式ではSiウェハ1の同じ位置を常時保持し続けるため、Siウェハ1の保持部を洗浄することができず、またSiウェハ1の横から超音波印加液体を与える超音波発振ノズル3を据え付けることができず、チャックピン部(ウェハ保持部)及びチャックアーム部の影となる部分は洗浄できない。

【0059】これに対して、駆動ローラ2を用いた場合にはSiウェハ1を自由に变化させることができるため、ロールスポンジ洗浄2の洗浄動作を妨げることなくSiウェハ1の保持位置、すなわちSiウェハ1のエッジ部まで十分に洗浄することができ、パーティクル除去効果が飛躍的に高まる。

【0060】図14は本実施形態と第1実施形態さらには従来の洗浄装置における洗浄効果を比較して示した図であり、縦軸は残留した Al_2O_3 の数である。深さ0.5 μm のシリコントレレンチに窒化膜(LP-SiN膜)を0.2 μm 成膜した凹形状形成ウェハにアルミナスラリーを吸着させた場合に各種洗浄した後のアルミナスラリー洗浄効果を示す。検出にはKLA-Tencor社製のAIT-8000を用いた。アルミナCMPスラリーを吸着させてそのままスピッチ乾燥した場合には $4 \times 10^4 \sim 5 \times 10^4$ 個のスラリーが検出された。pH10程度のアンモニア水を用いてロールスポンジ洗浄を1分行った場合には $3 \times 10^4 \sim 4 \times 10^4$ 個のスラリーが検出され、ほとんど洗浄効果は得られない。これに対して、第1実施形態の超音波洗浄を行った場合、数100個程度までスラリーを除去でき超音波洗浄の凹部洗浄効果が明瞭に観察された。しかしながら、表層に固着している大きな凝集したアルミナは洗浄できない。本実施形態のように、超音波洗浄とロールスポンジ洗浄を同時に行った場合には、100個以下までアルミナスラリーを除去できた。この結果は、接触及び非接触洗浄を同時に行った効果が顕著に見られ、各々単独で行うよりも洗浄効果が飛躍的に向上した。さらに本発明では、従来ロールスポンジ洗浄しか行われなかった裏面側の洗浄効果も飛躍的に向上した。

【0061】(第3実施形態)図15(a)は本発明の第3実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を示す側面図である。

【0062】図15(a)に示すように、洗浄対象である円板状のSiウェハ1の外周に沿って、Siウェハ1の中心が回転中心に一致するように、Siウェハ1のベベル部分に当接して水平方向のウェハ1の位置を規定する複数の駆動ローラ2が配置されている。また、これら駆動ローラ2は回転軸を中心に回転可能な回転体である。Siウェハ1表面及び裏面にはそれぞれ薬液供給ノ

ズル8a及び8bが設けられ、Siウェハ1の中心部近傍に薬液が供給されるようにそれぞれのノズル先端部が配置される。

【0063】図15(b)はこのSiウェハ1及び駆動ローラ2を上面から見た図である。洗浄対象であるSiウェハ1の周縁部に接するように、ウェハ1を回転させるための駆動ローラ2が4個配置されている。駆動ローラ2がそれぞれ実線の矢印の方向に同じ回転数で回転することにより、Siウェハ1はその中心を回転中心として破線の矢印の方向に回転する。

【0064】図15に示す駆動ローラ2近傍を拡大して図16に示す。駆動ローラ2は超音波振動子4を内蔵している。この駆動ローラ2は上記したように4個設けられている。駆動ローラ2のSiウェハ1接触面は直接超音波振動子4が接する構造である。この場合、Siウェハ1と超音波振動子4の接触面は、少なくともSiウェハ1のベベル端が超音波振動子4に接触していればよい。このようにSiウェハ1のベベル端に超音波振動子4が直接接触する構造をなすことにより、超音波振動子4により発生した超音波振動はSiウェハ1に直接伝搬する。なお、同図においてSiウェハ1中の矢印は、超音波の進行を示している。

【0065】本実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の動作を説明する。

【0066】まず第1次の洗浄工程として、Siウェハ1の周縁部の複数点を駆動ローラ2で保持すると同時に回転させ、洗浄液を供給しながら回転するウェハ1に図示しないロールスポンジを当て、スキャンさせてロールスポンジ棒で挟むようにウェハ1表裏面に付着したパーティクルを除去する。

【0067】次に、第1の洗浄工程と同様に、駆動ローラ2を回転させることにより、Siウェハ1を回転させる。そして、この回転したSiウェハ1の表裏面に対して同時に薬液供給ノズル8a及び8bから洗浄液を供給する。この薬液供給ノズル8a及び8bは、洗浄条件に応じて所定の速度でSiウェハ1表面付近をスキャンする。この洗浄液の供給と同時に、駆動ローラ2に設けられた超音波振動子4により超音波を発生させる。これにより、超音波振動子4に接するSiウェハ1に直接超音波振動が付与され、この振動は図の矢印に示す方向、すなわちウェハ1の直径方向に進行する。このように、超音波振動がSiウェハ1に直接付与された状態で洗浄が行われ、Siウェハ1表裏面に付着したパーティクルが除去される。

【0068】以上の工程により洗浄したSiウェハ1のパーティクルの洗浄効果を図17に示す。図17は8インチのSiウェハ1表面にCMP(Chemical Mechanical Polishing)を施した場合のパーティクル数を表すもので、比較としてCMP直後のパーティクル数と、従来のウェハ洗浄を行った場合も併せて示す。従来のウェハ

洗浄では1.6MHzのスキャン方式のメガソニック洗浄を行った。図17に示すように、CMP後のパーティクル数は 10^4 個付着していたのが、従来のウェハ洗浄により 10^2 個程度まで減少しているが、 $0.5\mu\text{m}$ 以上の大きなパーティクルは除去効果が低い。これに対して、本実施形態のウェハ洗浄を行った場合、 $0.1\mu\text{m}$ 以上のパーティクルにわたって数個以下まで除去できていることが分かる。

【0069】このように本実施形態によれば、超音波振動を直接Siウェハ1に照射することにより、ウェハ1 10 剛体中を通過する衝撃波によって、直径方向に連続的に超音波振動を与えることができる。また、Siウェハ1の表裏両面に薬液供給ノズル8a及び8bを設けることにより、Siウェハ1の表裏面に薬液を同時に供給することができ、表裏面の洗浄を同時に行うことができ、洗浄時間を短縮することができる。

【0070】本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本実施形態では図16に示すように駆動ローラ2に設けられた超音波振動子4がSiウェハ1に直接接する構成としたが、例えば図18に示すように、駆動ローラ2表面に保護板11を設け、超音波振動子4とSiウェハ1が保護板11を介して接する構成としてもよい。このように保護板11を設けることにより、超音波振動子4及び駆動ローラ2の薬液耐性を向上させることができる。保護板11としては例えば炭化珪素(SiC)、石英(SiO_2)等の薄板が用いられるが、これらの材料には限定されない。

【0071】また、図16及び図18に示す構成以外でも本発明を適用できる。例えば、Siウェハ1と超音波振動子4が直接接しない構成であっても、Siウェハ1 30 の外周端面を流れる薬液(純水を含む)を振動媒体として利用することにより、超音波振動を有効にSiウェハ1に付与することができる。すなわち、パーティクル及び不純物の脱離を促す超音波エネルギーの供給エネルギーは、ウェハ1自身以外にも、ウェハ1表面に流れる液体自体も、振動子4に接することにより超音波振動媒体となりうる。

【0072】さらに、第2実施形態と同じように、ロールスポンジ洗浄を組み合わせたこともできる。

【0073】(第4実施形態)図19は本発明の第4実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を示す図であり、図20は本洗浄装置の要部を拡大した図である。

【0074】図19に示すように、Siウェハ1の表裏面にそれぞれ薬液供給ノズル8a及び8bが配置されている点は第3実施形態と同様である。Siウェハ1はウェハホルダ21により保持されており、さらにこのSiウェハ1の水平位置を規定する複数のチャックピン22がSiウェハ1の外周端面に超音波振動子23を介して当接するように配置されている。このチャックピン22 50

は常時Siウェハ1の同じ位置を保持し続ける。但し、複数のチャックピン22の保持部に複数の振動子23を取り付ける場合には、相互が干渉し合って振動強度を劣化させるため、ウェハ1中心の点対称部分には超音波振動子23を設置しないようにする。

【0075】また、Siウェハ1の裏面側に配置された薬液供給ノズル8bの円筒部外周には、円筒状の回転部材24が薬液供給ノズル8bを囲むように取り付けられている。また、この回転部材24の上端部には支持部材25が取り付けられ、この支持部材25によりウェハホルダ21を支持している。回転部材24が薬液供給ノズル8bの周囲を回転に伴いウェハホルダ21が回転部材24の回転軸を中心軸として回転し、これによりSiウェハ1を回転させることができる。

【0076】このように、本実施形態のようにウェハ1を保持する機構としてスピンチャック方式を用いた場合でも、第3実施形態と同様にSiウェハ1の表裏両面を同時に洗浄することができる。

【0077】本発明は上記実施形態に限定されるものではない。洗浄対象はSiウェハのみならず、半導体基板であればその材料には限定されない。また、駆動ローラ2の数は4個に限定されるものではなく、Siウェハ1を保持することができる構成であれば何個でも良い。但しロールスポンジ2の洗浄動作を規制しない程度の数であることが好ましい。

【0078】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、洗浄液供給ノズルから供給される洗浄液が半導体基板の表裏両面を浸すとともに、該半導体基板の表裏両面に超音波振動が付与されるため、半導体基板の表裏面を同時に洗浄でき、洗浄時間を短縮することができる。また、ノズルから洗浄液を供給するため、半導体基板を洗浄液中に全部浸す浸漬式に比較しても薬液使用量が少なくて済む。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を示す図。

【図2】本発明の対象とする半導体基板の洗浄方法に用いられるロールスポンジ洗浄の概念図。

40 【図3】同実施形態に係る凹部の形成された半導体基板の洗浄装置を用いて洗浄実験を行った後に半導体基板上に残存するパーティクルを示す顕微鏡写真図。

【図4】同実施形態に係る超音波ノズルの基板に対する照射角度を変化させた場合の概念図。

【図5】同実施形態に係る超音波ノズルの基板に対する照射角度 θ とパーティクル除去効果の関係を示す図。

【図6】同実施形態に係る超音波の周波数を変えて洗浄実験を行った後に半導体基板上に残存するパーティクルを示す顕微鏡写真図。

50 【図7】同実施形態に係る超音波の周波数を変えて洗浄

実験を行った後に半導体基板上に残存するパーティクルを示す顕微鏡写真図。

【図8】同実施形態に係る洗浄効果のベアウェハにおける超音波周波数依存性を示す図。

【図9】同実施形態に係る洗浄効果の超音波周波数依存性をSiNパターンが形成されたウェハを用いて測定した実験結果を示す図。

【図10】ウェハに照射される超音波の周波数を変えた場合の洗浄効果を示す図。

【図11】同実施形態に係る半導体基板の洗浄方法における洗浄効果のpH依存性を示す図。

【図12】同実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の変形例を示す図。

【図13】本発明の第2実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を示す図。

【図14】同実施形態、第1実施形態及び従来の洗浄装置における洗浄効果を比較して示した図。

【図15】本発明の第3実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を示す側面図。

【図16】同実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の要部を示す図。

【図17】同実施形態に係る半導体基板の洗浄方法と従来の洗浄方法との洗浄効果を比較して示した図。

【図18】同実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の変

形例を示す図。

【図19】本発明の第4実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の全体構成を示す図。

【図20】同実施形態に係る半導体基板の洗浄装置の要部を拡大して示した図。

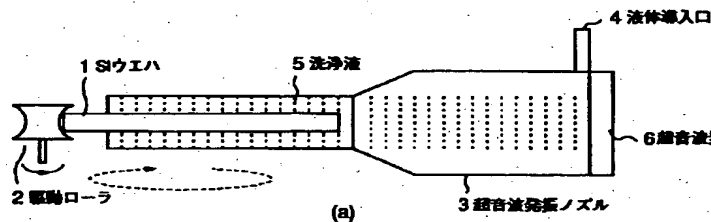
【図21】従来の単一メガソニックノズルを用いた半導体基板の洗浄装置の概略図。

【図22】従来の棒状超音波発振器を用いた半導体基板の洗浄装置の概略図。

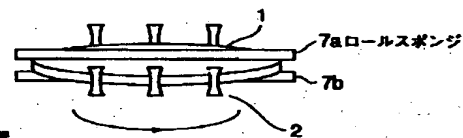
【符号の説明】

- 1…Siウェハ
- 2…駆動ローラ
- 3…超音波発振ノズル
- 4…液体導入口
- 5…洗浄液
- 6…超音波発振器
- 7a, 7b…ロールスポンジ
- 8a, 8b…薬液供給ノズル
- 11…保護板
- 21…ウェハホルダ
- 22…チャックピン
- 23…超音波振動子
- 24…回転部材
- 25…支持部材

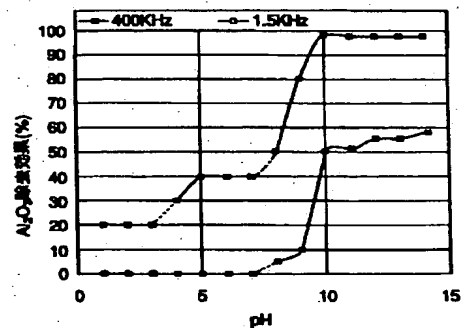
【図1】



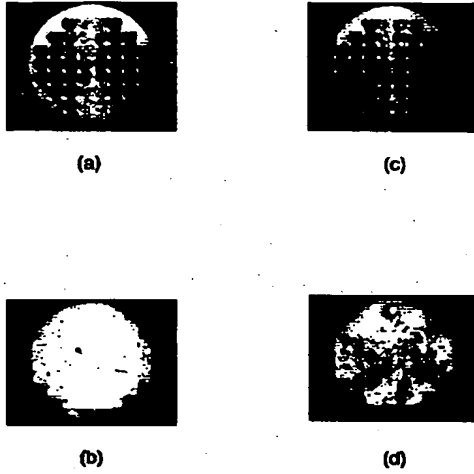
【図2】



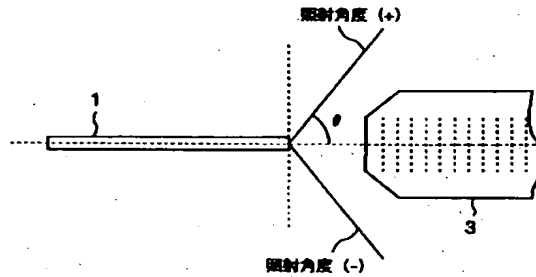
【図11】



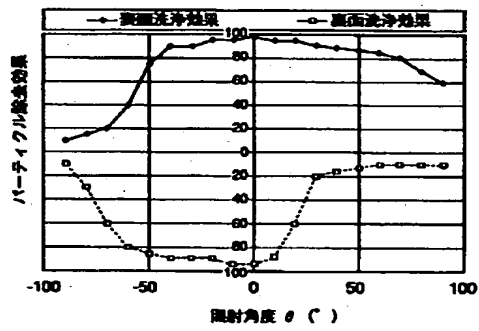
【図3】



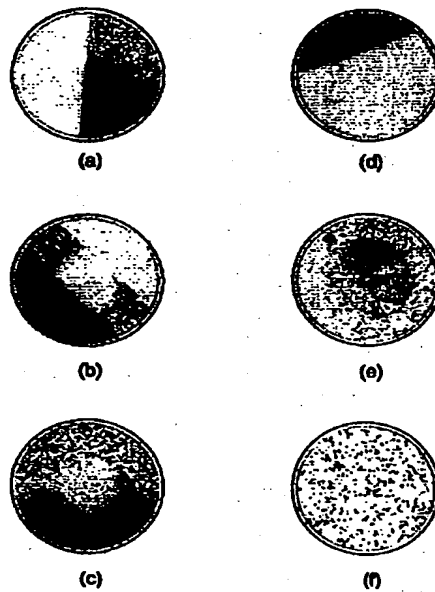
【図4】



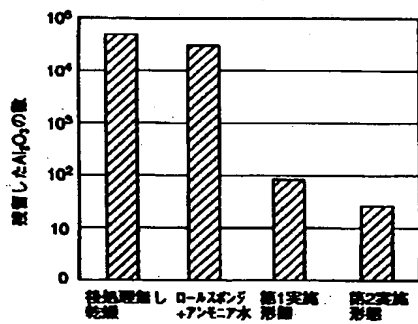
【図5】



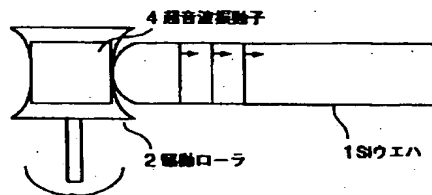
【図6】



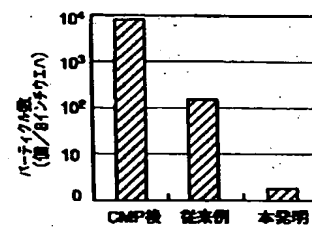
【図14】



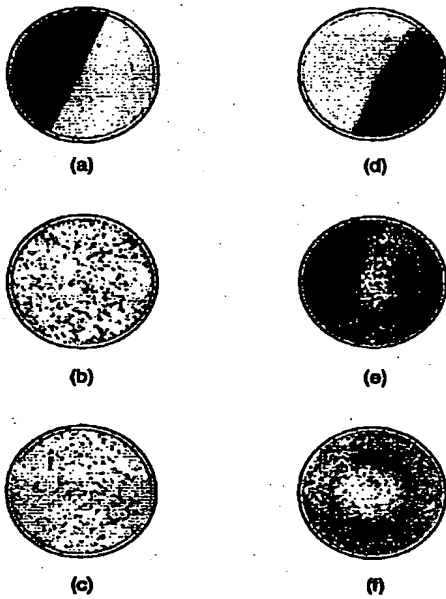
【図16】



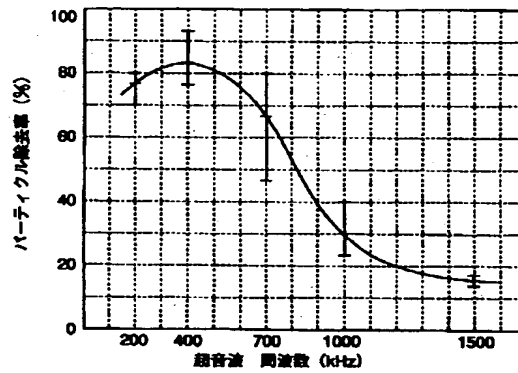
【図17】



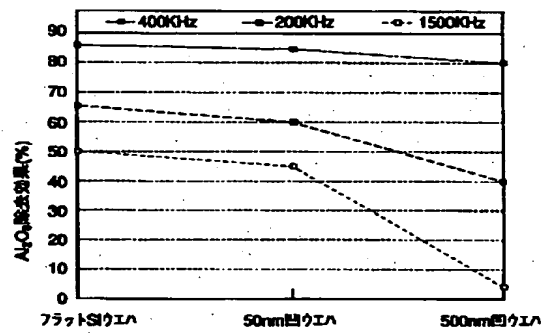
【図7】



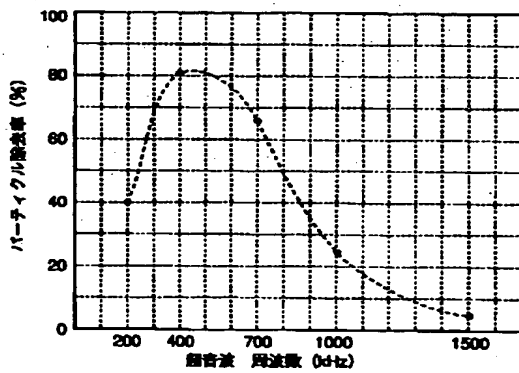
【図8】



【図10】



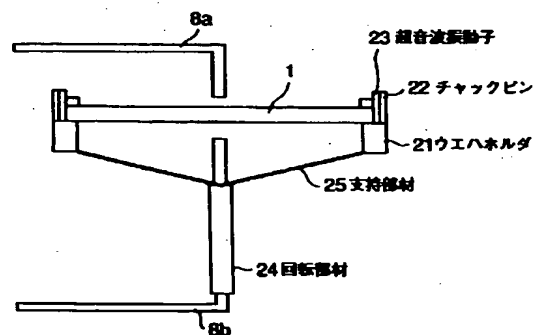
【図9】



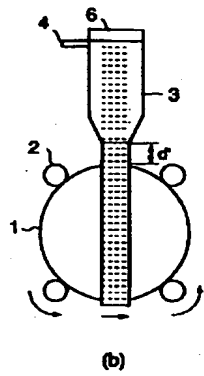
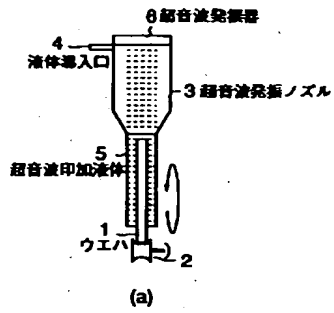
【図18】



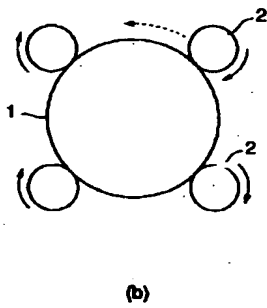
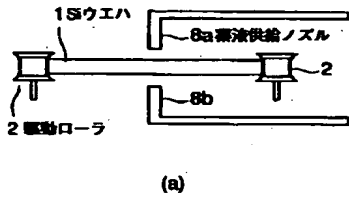
【図19】



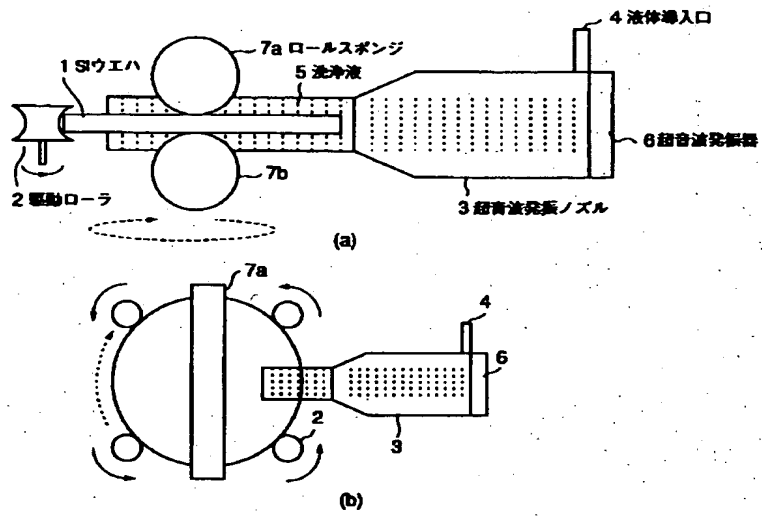
【図12】



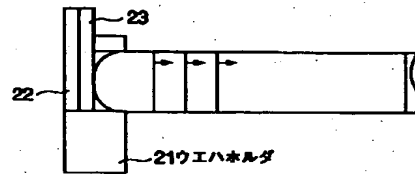
【図15】



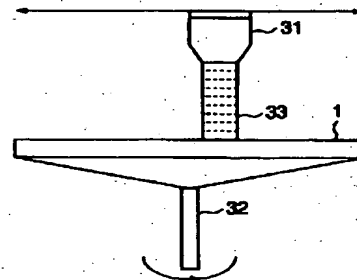
【図13】



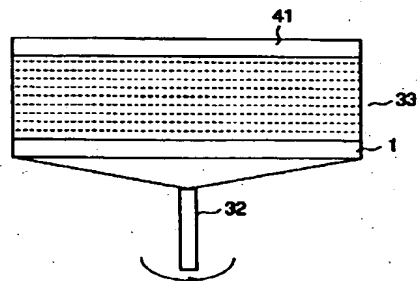
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 澁原 壮一
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(72)発明者 白樫 充彦
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内
(72)発明者 伊藤 賢也
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72)発明者 井上 雄貴
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内
F ターム(参考) 3B201 AA03 AB34 AB42 AB44 BA08
BB22 BB32 BB85 BB86 BB92
BB93 BB94 BB96 BB98 CB12
CB25 CC21
5F043 BB27 DD30 EE05 EE07 EE08
EE40

PAT-NO: JP02001053047A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001053047 A

TITLE: CLEANING EQUIPMENT FOR SEMICONDUCTOR
SUBSTRATE AND
CLEANING METHOD THEREOF

PUBN-DATE: February 23, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOMITA, HIROSHI	N/A
NADAHARA, SOICHI	N/A
SHIRAKASHI, MICHIIKO	N/A
ITO, KENYA	N/A
INOUE, KATSUTAKA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
EBARA CORP	N/A
TOSHIBA CORP	N/A

APPL-NO: JP11229356

APPL-DATE: August 13, 1999

INT-CL (IPC): H01L021/304, B08B003/12 , H01L021/306

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To remove contaminate adhering to the front and rear surfaces of a semiconductor substrate efficiently.

SOLUTION: The equipment consists of a single ultrasonic wave oscillating nozzle which is placed near the circumferential end of a Si wafer 1 to be

cleaned apart from the Si wafer 1 and which supplies a cleaning solution 5 onto the front and rear surfaces of the Si wafer 1, an ultrasonic oscillator 6 which applies ultrasonic waves to the front and rear surfaces of the Si wafer 1, and four drive rollers 2 which are arranged in contact with the circumferential end of the Si wafer 1 and rotate as they remain pressed against the circumferential end of the Si wafer, by which the Si wafer 1 is held and rotated.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO